



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁷ : E21B 21/08	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 00/39431 (43) Date de publication internationale: 6 juillet 2000 (06.07.00)
--	-----------	---

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR99/03296

(22) Date de dépôt international: 28 décembre 1999 (28.12.99)

(30) Données relatives à la priorité:
98/16525 29 décembre 1998 (29.12.98) FR

(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): ELF EXPLORATION PRODUCTION [FR/FR]; Tour Elf, 2, place de la Coupole, La Défense 6, F-92400 Courbevoie (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (US seulement): BOTREL, Thierry [FR/FR]; 22, boulevard des Pyrénées, F-64000 Pau (FR).

(74) Mandataire: BOILLOT, Marc; Elf Exploration Production, Propriété Industrielle, Tour Elf, F-92078 Paris La Défense Cedex (FR).

(81) Etats désignés: NO, US, brevet européen (FR, GB).

Publiée

Avec rapport de recherche internationale.

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR ADJUSTING AT A SET VALUE THE BORE FLUID LEVEL IN THE RISER

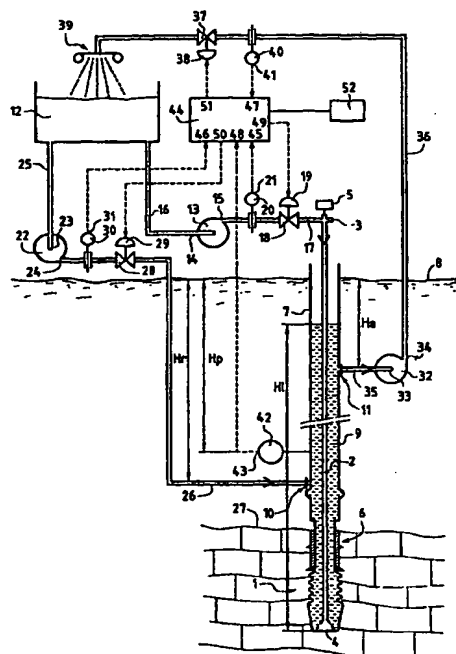
(54) Titre: PROCEDE ET DISPOSITIF POUR REGLER A UNE VALEUR DE CONSIGNE LE NIVEAU DU FLUIDE DE FORAGE DANS LE TUBE PROLONGATEUR

(57) Abstract

The invention concerns a method and a device for adjusting at a target value the bore fluid level in a riser (7) of a well (1) drilling plant, wherein said riser (7) encloses a hollow drill string (2) wherein is injected a bore liquid, said drill string (2) and said riser (7) defining an annular space (9) wherein the bore liquid rises after passing through a drilling bit (4) mounted at the end of said drill string (2). Said method consists in extracting the bore liquid from the annular space at an adjustable flow rate, characterised in that it further consists in directly introducing into the annular space (9), bore liquid at an adjustable introduction flow rate and operating on said extraction and introduction flow rates until the level of bore fluid in the riser (7) reaches the target value. The invention is particularly applicable in the oil industry, to operate drilling plants on land or at sea.

(57) Abrégé

Méthode et dispositif de réglage à une valeur objectif du niveau de liquide de forage dans un tube (7) prolongateur d'une installation de forage d'un puits (1), installation dans laquelle ledit tube (7) prolongateur entoure un train (2) de tiges creux dans lequel est injecté du liquide de forage, ledit train (2) de tiges et ledit tube (7) prolongateur définissant un espace (9) annulaire dans lequel remonte le liquide de forage après passage au travers d'un outil (4) de forage monté à l'extrémité dudit train (2) de tiges, ladite méthode consistant à extraire du liquide de forage de l'espace (9) annulaire à un débit d'extraction réglable et se caractérisant en ce qu'elle consiste en plus à introduire directement dans l'espace (9) annulaire, du liquide de forage à un débit d'introduction réglable et agir sur lesdits débits d'extraction et d'introduction jusqu'à ce que le niveau de liquide dans le tube (7) prolongateur atteigne la valeur objectif. Elle trouve son application, notamment dans l'industrie pétrolière, pour conduire des installations de forage de puits à terre ou en mer.



UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

PROCEDE ET DISPOSITIF POUR REGLER A UNE VALEUR DE CONSIGNE LE NIVEAU DU FLUIDE DE FORAGE DANS LE TUBE PROLONGATEUR

5

DOMAINE TECHNIQUE

10 La présente invention concerne la conduite d'installations utilisées pour forer des puits à terre ou en mer et d'installations pour réaliser des opérations de maintenance sur des puits existants.

Elle trouve son application, notamment dans l'industrie pétrolière, pour conduire des installations de forage de puits de natures très diverses, tels que des
15 puits de production d'hydrocarbures liquides ou gazeux à terre ou en mer, des puits d'injection de gaz ou d'eau, des puits de d'injection de déchets, des puits de stockages de produits ainsi que pour conduire des installations de maintenance de ces mêmes puits.

20

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

Une installation utilisée pour le forage de puits sous-marins pour la production d'hydrocarbures par grands fonds, du type de celle décrite dans le
25 document NPF Deepwater Conference, 21-22 April 1998, Rica Hotel, Kristiansund Stavanger NORWAY, intitulée "New concepts for improved well control", comporte un train de tiges creux dont l'extrémité inférieure située au fond de la mer est munie d'un outil de forage et l'extrémité supérieure située à la surface de la mer est accouplée à des moyens d'entraînement en rotation.

30 Ce train de tiges est entouré dans sa partie supérieure par un tube prolongateur qui s'étend du fond à la surface de la mer pour former un espace annulaire.

Une des opérations de forage consiste à percer un trou au fond de la mer au moyen de l'outil de forage entraîné par le train de tiges. Pendant cette opération
35 un fluide de forage est injecté à l'intérieur du train de tiges à sa partie supérieure pour refroidir et lubrifier l'outil de forage.

Après passage à travers l'outil le fluide de forage remonte vers la surface de la mer dans l'espace annulaire formé par le train de tiges et le tube prolongateur.

Le fluide de forage a aussi pour rôle d'évacuer les déblais produits au cours du perçage du trou, de maintenir les parois du trou et d'équilibrer par son propre poids la pression des fluides contenus dans les formations traversées dans le forage.

- 5 La pression en fond de puits exercée par la colonne de boue est proportionnelle à la densité de la boue et à la différence entre la hauteur de remontée de la boue dans l'espace annulaire et le fond du puits.

On peut donc faire varier ces deux paramètres pour ajuster la pression en fond de puits.

- 10 L'installation utilisée pour le forage comporte en plus, des moyens de pompage raccordés au tube prolongateur en dessous du niveau de la mer, qui aspirent le fluide de forage dans l'espace annulaire et le refoulent à la surface de la mer dans un réservoir de stockage.

- 15 Une méthode pour conduire une telle installation consiste à mesurer la pression en fond de puits au moyen d'un capteur adapté et à régler cette pression en faisant varier le niveau de remontée de la boue dans l'espace annulaire.

- 20 Une autre méthode de conduite décrite dans la demande de brevet française n° 98 10974 du 02/09/1998, consiste à régler la pression en fond de puits, à partir d'une valeur calculée de ladite pression, en agissant sur le débit de liquide extrait par les moyens de pompage raccordés au tube prolongateur.

Pour mettre en oeuvre ces deux méthodes il est nécessaire de disposer de moyens de pompage à débit variable capables de fonctionner en immersion par grande profondeur.

- 25 Par exemple des pompes centrifuges ou des pompes volumétriques entraînées par des moteurs électriques à vitesse variable.

- 30 Les pompes centrifuges ayant des plages optimales de fonctionnement assez étroites sont mal adaptées à des fonctionnements à débits variables dans de grandes proportions. Elle présentent aussi des non linéarités de fonctionnement qui doivent être compensées par des systèmes de contrôle complexes et qui se manifestent par des temps de réponse variables avec le débit et la pression de fonctionnement.

Dans les deux cas la fiabilité des moteurs électriques est insuffisante pour assurer un service économiquement satisfaisant dans les conditions de maintenance très difficiles qui sont celles des forages de puits sous-marins par grande profondeur.

- 35 L'entraînement des pompes par des turbines à eau présente des inconvénients similaires.

Dans certaines conditions de forage, telles que celles qui résultent de venues de fluides de formation dans le puits en cours de forage, il est nécessaire de faire varier le plus rapidement possible le niveau de liquide dans l'espace annulaire.

Avec le type d'installations conduites selon les méthodes décrites ci-dessus la vitesse maximale d'augmentation du niveau de liquide dans l'espace annulaire est obtenue en réduisant le plus possible le débit d'extraction de liquide de forage, si possible en l'annulant. Cette vitesse maximale est déterminée pour un puits donné, d'une part par le débit de liquide de forage injecté dans le train de tiges qui est lui même fixé par les conditions de forage, par exemple la vitesse de rotation de l'outils, la nature de la formation traversée et d'autre part éventuellement par le débit minimal des moyens de pompage du liquide extrait.

Dans les situations dans lesquelles il nécessaire de faire baisser rapidement le niveau de liquide de forage dans l'espace annulaire les moyens de pompage du liquide extrait doivent disposer d'une réserve de puissance importante difficile à obtenir avec des équipements immergés par grande profondeur présentant une bonne fiabilité et à des coûts acceptables.

EXPOSE DE L'INVENTION

La présente invention a justement pour objet de remédier à ces inconvénients et notamment de fournir une méthode et un dispositif de réglage du niveau de liquide de forage dans un tube prolongateur d'une installation de forage d'un puits et d'une installation pour réaliser des opérations de maintenance sur des puits existants.

Cette méthode est particulièrement bien adaptée à la conduite des puits sous marins de production d'hydrocarbures, des puits d'injection de gaz ou d'eau, des puits de d'injection de déchets et des puits de stockages de produits.

Elle s'applique aussi à la conduite des puits à terre, moyennant l'installation d'un tube prolongateur aérien équivalent du tube prolongateur des puits sous-marins.

A cette fin la présente invention propose une méthode de réglage à une valeur objectif du niveau de liquide de forage dans un tube prolongateur d'une installation de forage d'un puits, installation dans laquelle ledit tube prolongateur entoure un train de tiges creux dans lequel est injecté du liquide de forage, ledit train de tiges et ledit tube prolongateur définissant un espace annulaire dans lequel remonte le liquide de forage après passage au travers d'un outil de forage monté à l'extrémité dudit train de tiges, ladite méthode consistant à extraire du liquide de forage de l'espace annulaire à un débit d'extraction réglable et se caractérisant en ce qu'elle consiste en plus à introduire directement dans l'espace annulaire, du liquide de forage à un débit d'introduction réglable et agir sur lesdits débits d'extraction et

d'introduction jusqu'à ce que le niveau de liquide dans le tube prolongateur atteigne la valeur objectif.

5 Selon une autre caractéristique de la méthode de l'invention, le débit Q_i d'injection de boue dans le train de tiges étant déterminé par les conditions de réalisation du forage, le débit d'introduction de liquide de forage directement dans l'espace annulaire est compris entre $0,2.Q_i$ et $4.Q_i$.

10 Selon une autre caractéristique de la méthode de l'invention, le débit Q_i d'injection de boue dans le train de tiges étant déterminé par les conditions de réalisation du forage, le débit d'extraction de liquide de forage de l'espace annulaire est compris entre $1,2.Q_i$ et $5.Q_i$.

Selon une autre caractéristique de la méthode de l'invention, l'introduction de liquide de forage directement dans l'espace annulaire consiste à déverser du liquide de forage dans la partie supérieure dudit espace annulaire, au dessus du liquide de forage contenu dans ledit espace.

15 Selon une autre caractéristique de la méthode de l'invention, l'introduction de liquide de forage directement dans l'espace annulaire consiste à injecter du liquide de forage dans la partie dudit espace annulaire contenant du liquide de forage.

20 L'invention a aussi pour objet un dispositif de réglage à une valeur objectif du niveau de liquide de forage dans un tube prolongateur d'une installation de forage d'un puits, installation dans laquelle ledit tube prolongateur entoure un train de tiges creux, des moyens d'injection du liquide de forage dans ledit train de tiges, ledit train de tiges et ledit tube prolongateur définissant un espace annulaire dans lequel remonte le liquide de forage après passage au travers d'un outil de forage monté à l'extrémité dudit train de tiges, ledit dispositif comprenant des moyens d'extraction du liquide de forage de l'espace annulaire à un débit d'extraction réglable et se caractérisant en ce qu'il comprend en plus des moyens d'introduction directe dans l'espace annulaire, de liquide de forage à un débit d'introduction réglable, lesdits moyens d'extraction et d'introduction agissant sur lesdits débits jusqu'à ce que le

25

30

Selon une autre caractéristique du dispositif de l'invention, le débit Q_i d'injection de boue dans le train de tiges étant déterminé par les conditions de réalisation du forage, le débit d'introduction de liquide de forage directement dans l'espace annulaire est compris entre $0,2.Q_i$ et $4.Q_i$.

35 Selon une autre caractéristique du dispositif de l'invention, le débit Q_i d'injection de boue dans le train de tiges étant déterminé par les conditions de réalisation du forage, le débit d'extraction de liquide de forage de l'espace annulaire est compris entre $1,2.Q_i$ et $5.Q_i$.

Selon une autre caractéristique du dispositif de l'invention, les moyens d'introduction directe de liquide de forage dans l'espace annulaire comportent des moyens de déversement du liquide de forage dans la partie supérieure dudit espace annulaire, au dessus du liquide de forage contenu dans ledit espace.

5 Selon une autre caractéristique du dispositif de l'invention, les moyens d'introduction directe de liquide de forage dans l'espace annulaire comportent des moyens d'injection du liquide de forage dans la partie dudit espace annulaire contenant du liquide de forage.

10

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description suivante en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- 15 - la figure 1 représente schématiquement un premier mode de réalisation conforme au descriptif de l'invention utilisable pour régler le niveau de liquide de forage dans un tube prolongateur d'une installation de forage d'un puits pétrolier sous marin, par injection de liquide de forage dans ledit tube prolongateur.
- 20 - la figure 2 représente schématiquement un deuxième mode de réalisation conforme au descriptif de l'invention utilisable pour régler le niveau de liquide de forage dans un tube prolongateur d'une installation de forage d'un puits pétrolier sous marin, par déversement de liquide de forage dans ledit tube prolongateur.
- 25 - la figure 3 représente schématiquement une installation de forage d'un puits à terre équipée d'un dispositif conforme au descriptif de l'invention utilisable pour régler le niveau de liquide de forage dans le tube prolongateur de ladite installation, par déversement de liquide de forage dans ledit tube prolongateur.

30

EXPOSE DETAILLE DE L'INVENTION

35 La figure 1 représente schématiquement un premier mode de réalisation du dispositif de l'invention utilisable pour régler un niveau de liquide de forage dans un tube prolongateur d'une installation de forage d'un puits pétrolier sous marin.

La description de ce dispositif et son mode de fonctionnement permettront de mieux comprendre la méthode de l'invention.

Selon ce premier mode de réalisation le dispositif de l'invention comporte :

- un train 2 de tiges cylindrique creux muni à son extrémité supérieure d'une tête 3 d'injection de boue de forage et à son extrémité inférieure d'un outil 4 de forage,
- des moyens 5 mécaniques d'entraînement en rotation du train 2 de tiges,
- 5 - un cuvelage 6 qui recouvre la partie supérieure de la paroi du puits 1 pour le consolider,
- un tube 7 prolongateur relié au cuvelage 6, qui s'étend entre le fond 27 et la surface 8 de la mer et entoure le train 2 de tiges, qui définit avec ce dernier un espace 9 annulaire et qui comporte un piquage 10 d'injection
- 10 - situé à une profondeur H_r ainsi qu'un piquage 11 d'extraction situé à une profondeur H_e inférieure à H_r ,
- un bac 12 de boue de forage qui constitue le liquide de forage,
- des moyens d'injection de liquide de forage dans le train 2 de tiges, comprenant une pompe 13 d'injection de boue dans le train 2 de tiges qui
- 15 - comporte une entrée 14 et une sortie 15,
- une canalisation 16 d'aspiration qui relie l'entrée 14 de la pompe 13 d'injection de boue dans le train 2 de tiges, au bac 12 de boue,
- une canalisation 17 de refoulement qui relie la sortie 15 de la pompe 13 d'injection de boue dans le train 2 de tiges, à la tête 3 d'injection, au
- 20 - travers d'une vanne 18 de contrôle comportant une entrée 19 de commande,
- un capteur 20 de mesure du débit de boue injectée dans le train 2 de tiges, qui délivre sur une sortie 21 un signal électrique représentatif de ce débit,
- 25 - des moyens d'extraction de liquide de forage de l'espace 9 annulaire, comprenant une pompe 32 d'extraction de boue de l'espace 9 annulaire qui comporte une entrée 33 et une sortie 34,
- une canalisation 35 d'aspiration qui relie l'entrée 33 de la pompe 32 d'extraction de boue au piquage 11 d'extraction,
- 30 - une canalisation 36 de refoulement qui relie la sortie 34 de la pompe 32 d'extraction de boue dans l'espace 9 annulaire, au bac 12 de boue, au travers d'une vanne 37 de contrôle du débit de boue extraite de l'espace 9 annulaire, comportant une entrée 38 de commande et au travers de moyens 39 de filtration de la boue,
- 35 - un capteur 40 de mesure du débit de boue extraite de l'espace 9 annulaire, qui délivre sur une sortie 41 un signal électrique représentatif de ce débit,

- des moyens d'introduction directe de liquide de forage dans l'espace 9 annulaire comprenant une pompe 22 d'injection de boue dans l'espace 9 annulaire qui comporte une entrée 23 et une sortie 24,
 - une canalisation 25 d'aspiration qui relie l'entrée 23 de la pompe 22 d'injection de boue dans l'espace 9 annulaire, au bac 12 de boue,
 - une canalisation 26 de refoulement qui relie la sortie 24 de la pompe 22 d'injection de boue dans l'espace 9 annulaire, au piquage 10 d'injection, au travers d'une vanne 28 de contrôle du débit de boue injectée dans l'espace 9 annulaire, comportant une entrée 29 de commande,
 - un capteur 30 de mesure du débit de boue injectée directement dans l'espace 9 annulaire, qui délivre sur une sortie 31 un signal électrique représentatif de ce débit,
 - un capteur 42 de mesure de la pression dans l'espace 9 annulaire à une profondeur H_p comprise entre H_r et H_e , qui fournit sur une sortie 43 un signal électrique représentatif de cette pression et de la hauteur à laquelle la boue remonte dans l'espace annulaire pour une qualité de boue de densité donnée,
 - un dispositif 44 de régulation comportant des entrées 45, 46, 47 et 48 respectivement reliées aux sorties 21, 31 et 41 des capteurs 20, 30 et 40 de débit et à la sortie 43 du capteur 42 de pression et des sorties 49, 50 et 51 reliées respectivement aux entrées 19, 29 et 38 des vannes 18, 28 et 37 de contrôle,
 - des moyens 52 de commande et de visualisation reliés au dispositif 44 de régulation,
- L'opération de forage du puits 1 au fond de la mer consiste à pratiquer un trou dans la formation au moyen de l'outil 4 entraîné en rotation par le train de tiges. Au cours de cette opération de la boue de forage fraîche stockée dans le bac est aspirée par la pompe 13 et injectée à l'intérieur du train de tiges par l'intermédiaire de la tête d'injection.
- Le débit Q_i de boue à injecter dans le train de tiges est déterminé par les conditions de forage, notamment la nature des roches qui constituent la formation traversée, la vitesse de rotation de l'outil 4 de forage, la pression sur l'outil de forage exercée par le train 2 de tiges. Cette valeur de débit est introduite dans le dispositif 44 de régulation par un opérateur par l'intermédiaire des moyens 52 de commande et de visualisation, comme valeur de consigne du débit de boue injectée. Ce débit, mesuré par le capteur 20 est asservi à la valeur de consigne Q_i par le dispositif 44 de régulation qui délivre sur la sortie 49 un signal électrique représentatif de la position de la vanne 18 automatique.

La boue injectée dans le train 2 de tiges circule du haut vers le bas et traverse l'outil 4 de forage pour le refroidir et le lubrifier. Après passage au travers de l'outil la boue se charge avec les déblais de roches produits par l'action de l'outil 4 sur la formation et remonte dans l'espace 9 annulaire jusqu'à un niveau Hl.

5 Au cours du forage la pression en fond de puits doit être maintenue à une valeur P_m telle que soient assurés simultanément l'équilibre avec la pression des fluides contenus dans la formation et le maintien de la paroi du trou en cours de réalisation.

10 Cette valeur P_m de pression dépend de la nature du puits et varie au fur et à mesure de l'avancement du forage.

Pour obtenir la pression P_m en fond de puits, avec une boue de densité D_b donnée, le niveau de liquide dans l'espace annulaire doit être réglé à une valeur H_m de consigne telle que $P_m = D_b \cdot g \cdot H_m$, g étant l'accélération terrestre.

15 Le débit de boue injectée dans le train 2 de tiges étant réglé à la valeur de consigne Q_i , selon la méthode de l'invention on injecte dans l'espace 9 annulaire à la profondeur H_r un débit Q_{int} de boue au moyen de la pompe 22. Ce débit Q_{int} est égal à $k \cdot Q_i$, k étant compris entre 0 et 4. La valeur de k est introduite dans le dispositif 44 de régulation par un opérateur par l'intermédiaire des moyens 52 de commande et de visualisation. Cette valeur k est utilisée par le dispositif 44 de régulation pour calculer la consigne de débit Q_{int} , et asservir le débit de boue injectée directement, mesuré par le capteur 30 à cette valeur en délivrant sur la sortie 50 un signal électrique de commande de la vanne 28 automatique.

20 Pour maintenir à la valeur H_m de consigne du niveau de boue dans l'espace 9 annulaire, le dispositif 44 de régulation asservit la pression mesurée dans l'espace 9 annulaire au moyen du capteur 42 à une valeur de consigne de pression calculée en appliquant la formule suivante :

$$P_c = D_b \cdot g \cdot [H_m - (H_f - H_p)]$$

Dans laquelle :

30 P_c représente la pression dans l'espace 9 annulaire mesurée par le capteur 42,

D_b représente la densité de la boue,

g représente l'accélération terrestre

H_m représente la hauteur à laquelle remonte la boue dans l'espace 9 annulaire mesurée à partir du fond du puits,

35 H_f représente la profondeur du puits mesurée à partir de la surface 8 de la mer,

H_p représente la profondeur à laquelle est installé le capteur 42 de pression, mesurée à partir de la surface 8 de la mer.

et en délivrant sur la sortie 51 un signal électrique de commande de la position de la vanne 37 automatique.

L'augmentation de volume du puits, résultant de l'avancement de l'outil dans la formation étant négligeable devant le volume de boue en circulation, en régime stable, le débit Q_{ext} d'extraction de boue de l'espace annulaire est sensiblement égal à la somme des débits injectés d'une part à l'intérieur du train 2 de tiges et d'autre part directement dans l'espace 9 annulaire soit $Q_{ext} = Q_i + k.Q_i$ soit $Q_{ext} = (k + 1)Q_i$.

Lorsqu'il est nécessaire, pour des questions d'exploitation, par exemple lors d'une venue de gaz de formation dans le puits, d'augmenter très rapidement le niveau de boue dans l'espace 9 annulaire pour compenser la diminution de pression en fond de puits consécutive à cette venue, la valeur de consigne H_m de niveau de boue dans l'espace annulaire est modifiée soit automatiquement soit par un opérateur ce qui a pour effet d'amener très rapidement le débit de boue extraite à une valeur nulle.

Dans cette situation le débit Q_i de boue injectée dans le train de tige et le débit kQ_i de boue injectée directement dans l'espace 9 annulaire s'ajoutent pour faire monter le niveau dans l'espace 9 annulaire.

Le débit de boue extraite étant nul, la vitesse de montée du niveau dans l'espace annulaire est proportionnelle au débit total de boue injectée. Ainsi grâce à l'invention cette vitesse est $(k+1)$ fois plus élevée que celle obtenue avec les méthodes connues avant l'invention.

De plus la vitesse maximale de montée du niveau de boue dans l'espace annulaire peut être facilement obtenue instantanément, en arrêtant le débit d'extraction de boue en fermant la vanne 37 automatique et / ou en arrêtant la pompe 32 d'extraction de boue.

Lorsqu'il est nécessaire de faire baisser rapidement le niveau de boue dans l'espace 9 annulaire, par exemple en cas fuite de boue dans la formation traversée, l'opérateur peut arrêter la pompe 22 d'injection de boue dans l'espace 9 annulaire et/ou fermer la vanne 28 d'injection de boue dans l'espace annulaire, alors instantanément la différence entre le débit d'extraction de boue et le débit de boue injectée dans le tube 7 prolongateur est égale à $[(k + 1).Q_i - Q_i]$ soit $k.Q_i$.

La figure 2 représente schématiquement un deuxième mode de réalisation du dispositif de l'invention utilisable pour régler un niveau de liquide de forage dans un tube 7 prolongateur d'une installation de forage d'un puits pétrolier sous marin, qui comporte les mêmes éléments que le dispositif selon le premier mode de réalisation représenté figure 1, sauf la canalisation 26 dont l'extrémité n'est plus raccordée au piquage 10, mais débouche dans la partie supérieure de l'espace

annulaire 9 au dessus du niveau de boue, afin de permettre le déversement de boue de forage dans cette partie de l'espace 9 annulaire.

Grâce à l'invention, l'équipement sous-marin d'extraction de boue fonctionne dans une plage étroite de débit, il peut donc être d'un type robuste, fiable, optimisé pour chaque forage et contrôlable par des moyens de contrôle simples.

La figure 3 représente schématiquement une installation de forage d'un puits pétrolier à terre, qui comporte un tube 7 prolongateur aérien qui prolonge le cuvelage 6 et un dispositif de réglage du niveau de liquide de forage dans ce tube prolongateur qui comprend les mêmes éléments que le dispositif selon le deuxième mode de réalisation de l'invention représenté sur la figure 2.

Grâce à l'invention, pour ce type de puits il est possible d'agir très rapidement sur le niveau du liquide de forage pour régler la pression en fond de puits, sans modifier la densité du liquide de forage.

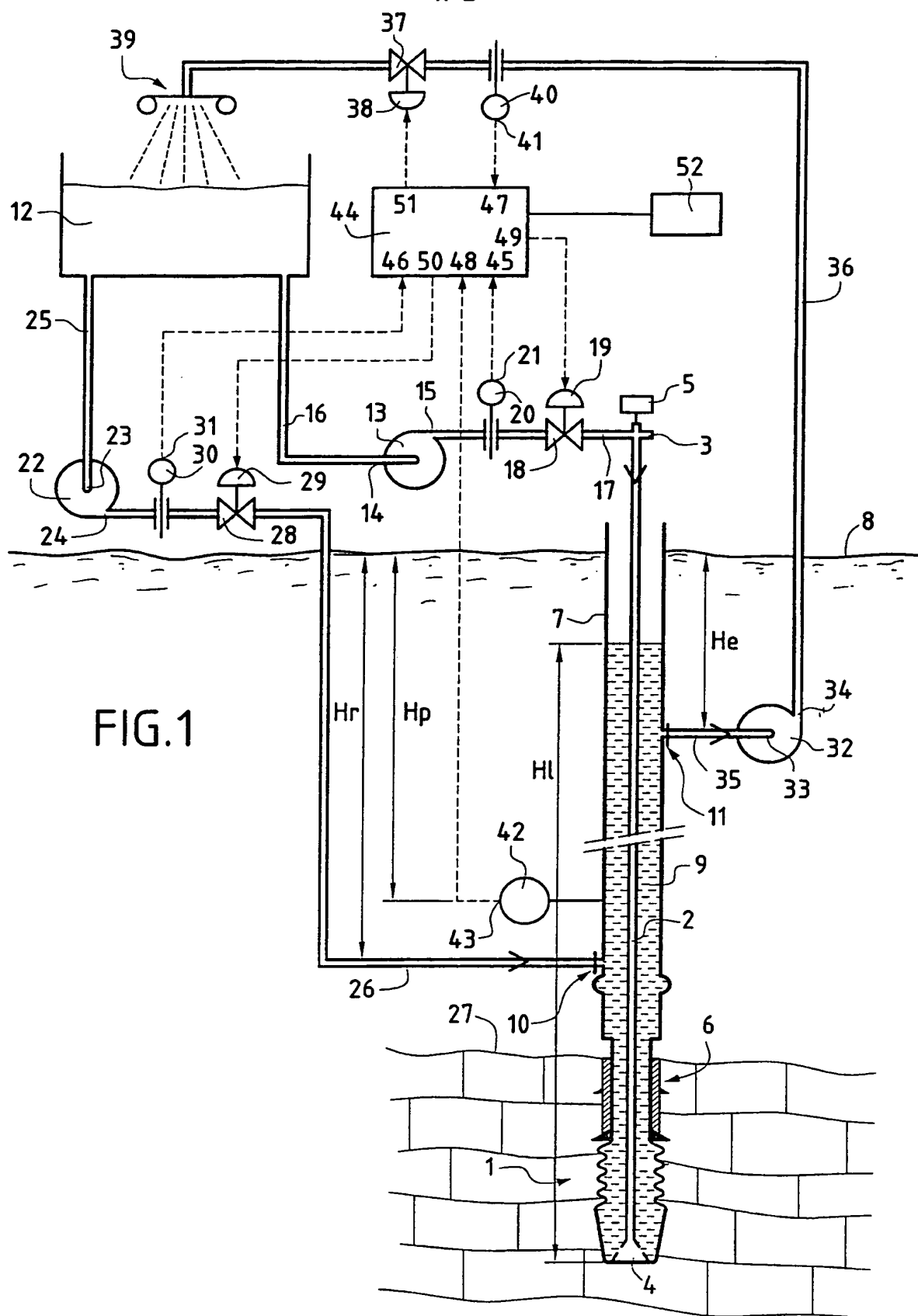
REVENDICATIONS

- 1 - Méthode de réglage à une valeur objectif du niveau de liquide de forage dans un tube (7) prolongateur d'une installation de forage d'un puits, installation dans laquelle ledit tube (7) prolongateur entoure un train (2) de tiges creux dans lequel est injecté du liquide de forage, ledit train (2) de tiges et ledit tube (7) prolongateur définissant un espace (9) annulaire dans lequel remonte le liquide de forage après passage au travers d'un outil de forage monté à l'extrémité dudit train (2) de tiges, ladite méthode consistant à extraire du liquide de forage de l'espace (9) annulaire à un débit d'extraction réglable et se caractérisant en ce qu'elle consiste en plus à introduire directement dans l'espace (9) annulaire, du liquide de forage à un débit d'introduction réglable et agir sur lesdits débits d'extraction et d'introduction jusqu'à ce que le niveau de liquide dans le tube (7) prolongateur atteigne la valeur objectif.
- 2 - Méthode selon la revendication 1, caractérisée en ce que le débit Q_i d'injection de boue dans le train (2) de tiges étant déterminé par les conditions de réalisation du forage, le débit d'introduction de liquide de forage directement dans l'espace (9) annulaire est compris entre $0,2.Q_i$ et $4.Q_i$.
- 3 - Méthode selon la revendication 1, caractérisée en ce que le débit Q_i d'injection de boue dans le train (2) de tiges étant déterminé par les conditions de réalisation du forage, le débit d'extraction de liquide de forage de l'espace (9) annulaire est compris entre $1,2.Q_i$ et $5.Q_i$.
- 4 - Méthode selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que l'introduction de liquide de forage directement dans l'espace (9) annulaire consiste à déverser du liquide de forage dans la partie supérieure dudit espace (9) annulaire, au dessus du liquide de forage contenu dans ledit espace.
- 5 - Méthode selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que l'introduction de liquide de forage directement dans l'espace (9) annulaire consiste à injecter du liquide de forage dans la partie dudit espace (9) annulaire contenant du liquide de forage.
- 6 - Dispositif de réglage à une valeur objectif du niveau de liquide de forage dans un tube (7) prolongateur d'une installation de forage d'un puits, installation dans laquelle ledit tube (7) prolongateur entoure un train (2) de tiges creux, des moyens d'injection du liquide de forage dans ledit train (2) de tiges, ledit train (2) de tiges et ledit tube (7) prolongateur définissant un espace (9) annulaire dans lequel remonte le liquide de forage après passage au travers d'un outil de forage monté à l'extrémité dudit train (2) de tiges, ledit dispositif comprenant des moyens d'extraction du liquide de forage de l'espace (9) annulaire à un débit d'extraction réglable et se caractérisant en ce qu'il comprend en plus des

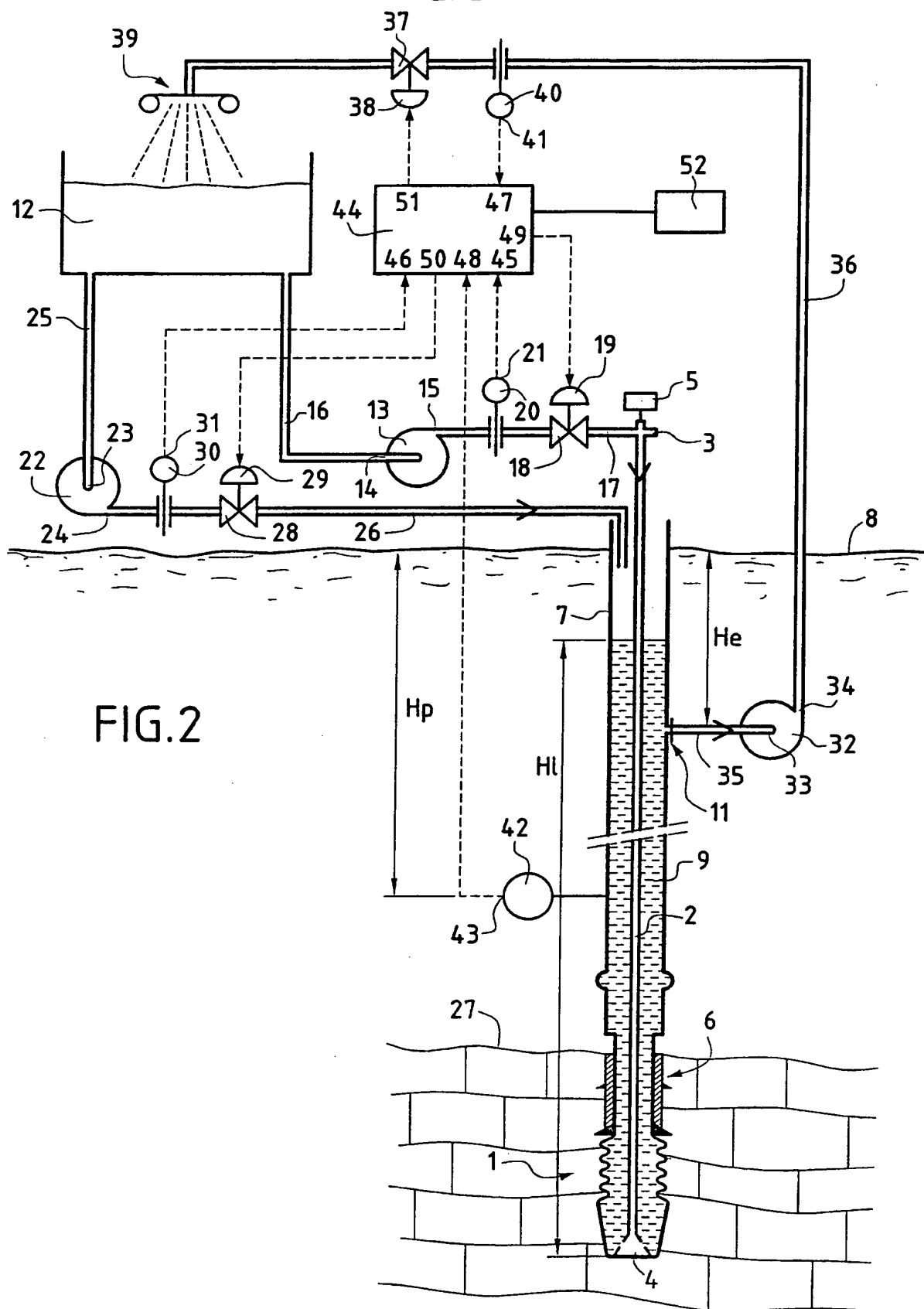
moyens d'introduction directe dans l'espace (9) annulaire, de liquide de forage à un débit d'introduction réglable, lesdits moyens d'extraction et d'introduction agissant sur lesdits débits jusqu'à ce que le niveau de liquide dans le tube (7) prolongateur atteigne la valeur objectif.

- 5 7 - Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que le débit Q_i d'injection de boue dans le train (2) de tiges étant déterminé par les conditions de réalisation du forage, le débit d'introduction de liquide de forage directement dans l'espace (9) annulaire est compris entre $0,2.Q_i$ et $4.Q_i$.
- 10 8 - Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que le débit Q_i d'injection de boue dans le train (2) de tiges étant déterminé par les conditions de réalisation du forage, le débit d'extraction de liquide de forage de l'espace (9) annulaire est compris entre $1,2.Q_i$ et $5.Q_i$.
- 15 9 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, caractérisé en ce que les moyens d'introduction directe de liquide de forage dans l'espace (9) annulaire comportent des moyens de déversement du liquide de forage dans la partie supérieure dudit espace (9) annulaire, au dessus du liquide de forage contenu dans ledit espace.
- 20 10 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, caractérisé en ce que les moyens d'introduction directe de liquide de forage dans l'espace (9) annulaire comportent des moyens d'injection du liquide de forage dans la partie dudit espace (9) annulaire contenant du liquide de forage.

1/3



2/3



3/3

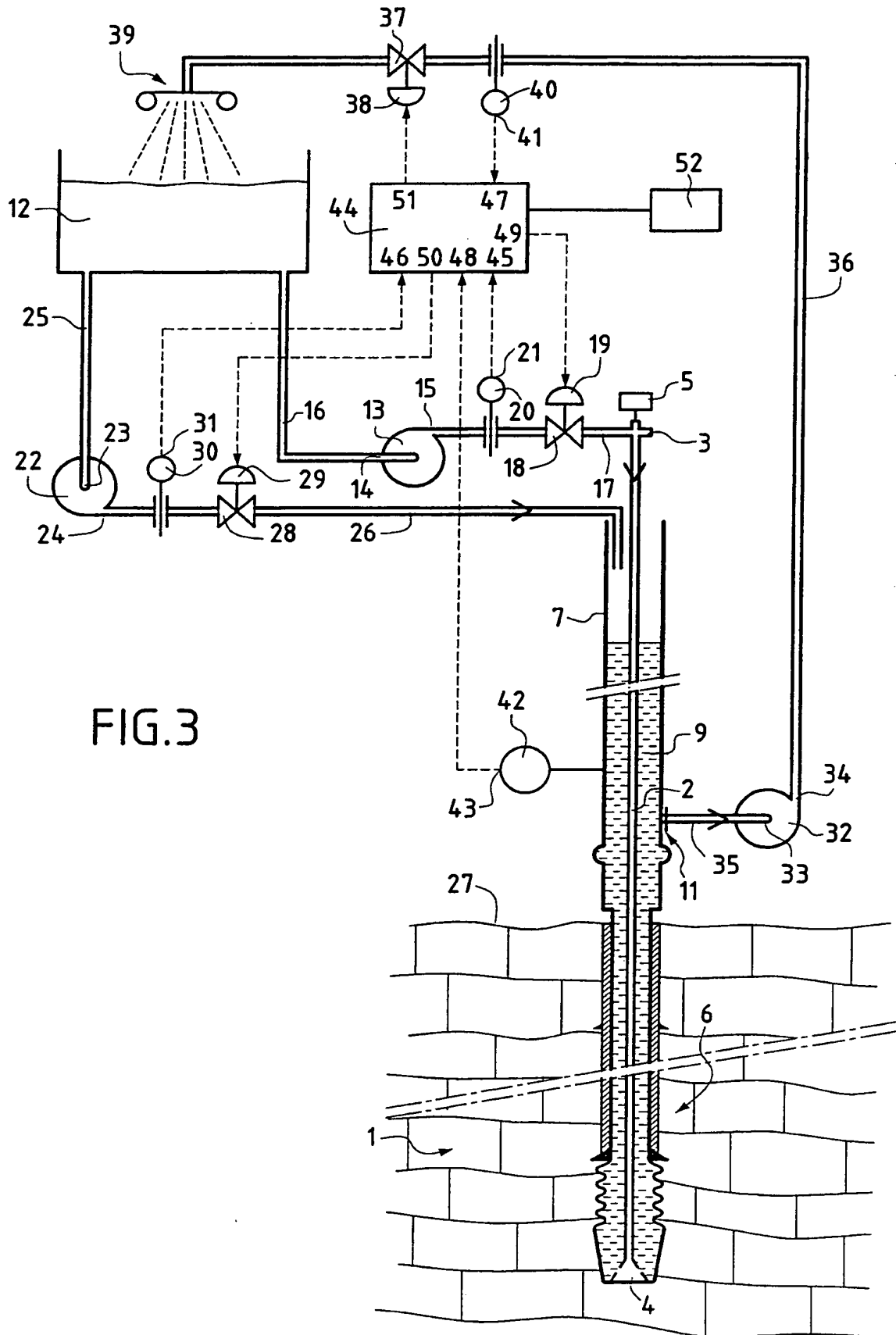


FIG.3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR 99/03296

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 E21B21/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 E21B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 224 988 A (GIBSON) 30 September 1980 (1980-09-30) column 3, line 39 - line 49	1,6
A	US 3 833 076 A (GRIFFIN) 3 September 1974 (1974-09-03) column 3, line 38 - line 47 column 7, line 20 - column 8, line 20 claim 1	1,6
A	US 3 963 077 A (FAULKNER) 15 June 1976 (1976-06-15) column 3, line 46 - line 63	1,6
-/-		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 March 2000

Date of mailing of the international search report

23/03/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3018

Authorized officer

Sogno, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR 99/03296

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 210 208 A (SHANKS) 1 July 1980 (1980-07-01) column 4, line 28 - line 32 column 4, line 58 - line 64 column 5, line 56 - line 58	1,6
A	US 4 719 937 A (ROCHE) 19 January 1988 (1988-01-19) column 2, line 55 - line 57	1,6
A	US 4 291 772 A (BEYNET) 29 September 1981 (1981-09-29) column 2, line 10 - line 58	1,6
A	US 4 063 602 A (HOWEL) 20 December 1977 (1977-12-20) column 3, line 13 - line 17 column 3, line 38 - line 51	1,6
A	US 3 603 409 A (WATKINS) 7 September 1971 (1971-09-07) column 4, line 25 - line 34	1,6
A	US 4 646 844 A (ROCH) 3 March 1987 (1987-03-03) column 5, line 50 - line 53	1,6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/FR 99/03296

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4224988 A	30-09-1980	NONE	
US 3833076 A	03-09-1974	CA 992531 A DE 2310966 A FR 2174914 A GB 1396837 A JP 48102003 A NL 7302873 A NO 140021 B	06-07-1976 06-09-1973 19-10-1973 04-06-1975 21-12-1973 06-09-1973 12-03-1979
US 3963077 A	15-06-1976	NONE	
US 4210208 A	01-07-1980	NONE	
US 4719937 A	19-01-1988	NONE	
US 4291772 A	29-09-1981	CA 1147646 A	07-06-1983
US 4063602 A	20-12-1977	NONE	
US 3603409 A	07-09-1971	NONE	
US 4646844 A	03-03-1987	AT 50022 T BR 8507143 A CA 1240921 A EP 0207136 A JP 6043794 B NO 863379 A, B, WO 8603798 A	15-02-1990 31-03-1987 23-08-1988 07-01-1987 08-06-1994 22-08-1986 03-07-1986

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Den. Internationale No

PCT/FR 99/03296

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 E21B21/08

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 E21B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 224 988 A (GIBSON) 30 septembre 1980 (1980-09-30) colonne 3, ligne 39 - ligne 49	1,6
A	US 3 833 076 A (GRIFFIN) 3 septembre 1974 (1974-09-03) colonne 3, ligne 38 - ligne 47 colonne 7, ligne 20 - colonne 8, ligne 20 revendication 1	1,6
A	US 3 963 077 A (FAULKNER) 15 juin 1976 (1976-06-15) colonne 3, ligne 46 - ligne 63	1,6
-/-		

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

16 mars 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

23/03/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 661 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3018

Fonctionnaire autorisé

Sogno, M

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem. Internationale No
PCT/FR 99/03296

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 210 208 A (SHANKS) 1 juillet 1980 (1980-07-01) colonne 4, ligne 28 - ligne 32 colonne 4, ligne 58 - ligne 64 colonne 5, ligne 56 - ligne 58	1,6
A	US 4 719 937 A (ROCHE) 19 janvier 1988 (1988-01-19) colonne 2, ligne 55 - ligne 57	1,6
A	US 4 291 772 A (BEYNET) 29 septembre 1981 (1981-09-29) colonne 2, ligne 10 - ligne 58	1,6
A	US 4 063 602 A (HOWEL) 20 décembre 1977 (1977-12-20) colonne 3, ligne 13 - ligne 17 colonne 3, ligne 38 - ligne 51	1,6
A	US 3 603 409 A (WATKINS) 7 septembre 1971 (1971-09-07) colonne 4, ligne 25 - ligne 34	1,6
A	US 4 646 844 A (ROCH) 3 mars 1987 (1987-03-03) colonne 5, ligne 50 - ligne 53	1,6

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Dem. Internationale No

PCT/FR 99/03296

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4224988 A	30-09-1980	AUCUN	
US 3833076 A	03-09-1974	CA 992531 A DE 2310966 A FR 2174914 A GB 1396837 A JP 48102003 A NL 7302873 A NO 140021 B	06-07-1976 06-09-1973 19-10-1973 04-06-1975 21-12-1973 06-09-1973 12-03-1979
US 3963077 A	15-06-1976	AUCUN	
US 4210208 A	01-07-1980	AUCUN	
US 4719937 A	19-01-1988	AUCUN	
US 4291772 A	29-09-1981	CA 1147646 A	07-06-1983
US 4063602 A	20-12-1977	AUCUN	
US 3603409 A	07-09-1971	AUCUN	
US 4646844 A	03-03-1987	AT 50022 T BR 8507143 A CA 1240921 A EP 0207136 A JP 6043794 B NO 863379 A,B, WO 8603798 A	15-02-1990 31-03-1987 23-08-1988 07-01-1987 08-06-1994 22-08-1986 03-07-1986